

⑤1

Int. Cl.:

B 65 g, 35/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.: 81 e, 83/02

①8

①1

②1

②2

④3

**Offenlegungsschrift 2102 234**

Aktenzeichen: P 21 02 234.4

Anmeldetag: 19. Januar 1971Offenlegungstag: 19. August 1971

Ausstellungspriorität: —

⑤4

Unionspriorität

⑤3

Datum:

2. Februar 1970

⑤3

Land:

Amt für Erfindungs- und Patentwesen, Ost-Berlin

⑤1

Aktenzeichen:

145231

⑤4

Bezeichnung:

Antrieb für die Bewegung von Werkstückträgern

⑤1

Zusatz zu: —

⑤2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder:

VEB Werkzeugmaschinenkombinat Fritz Heckert Karl-Marx-Stadt,  
X 9000 Karl-Marx-Stadt

Vertreter: —

⑦2

Als Erfinder benannt:

Russig, Armin, Dipl.-Ing.; Sfax, Egon, Dipl.-Ing.;  
Pfefferkorn, Rolf, Dipl.-Ing.; X 9000 Karl-Marx-Stadt;  
Heiland, Werner, X 9271 Hohenstein-Ernstthal

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 2102 234

2102234

Karl-Marx-Stadt, den 19. Nov. 1970  
P 2096 Et/Bt

### Antrieb für die Bewegung von Werkstückträgern

Die Erfindung betrifft einen Antrieb für die Bewegung von Werkstückträgern innerhalb einer Fertigungsstrasse auf einer Transportbahn in vorbestimmte Positionen durch entlang des Weges unabhängig voneinander wirksame Kraftquellen.

Bei den der automatischen Fertigung dienenden Fertigungsstrassen oder -systemen wird jedes der Werkstücke auf einem Werkstückträger befestigt und beide werden in die jeweilige Bearbeitungsstation transportiert, wo der Werkstückträger nach seiner Positionierung geklemmt wird.

Es sind Fertigungsstrassen bekannt, bei denen die Mitnahme von in Abständen hintereinander auf einer Transportbahn

2102234

- 2 -

befindlichen Werkstückträgern durch mechanische Mittel, wie Kette, Spindel oder Hubkolben erfolgt. Diese Mittel werden von einer gemeinsamen Kraftquelle her angetrieben. Dadurch werden bei einem Bewegungsvorgang stets alle Werkstückträger mit übereinstimmender Geschwindigkeit gemeinsam in eine Richtung bewegt. Die Verwirklichung eines Fertigungsprogrammes, welches erfordert, dass die Werkstückträger an verschiedenen Orten der Transportbahn unterschiedlichen Bewegungskomponenten unterworfen werden, ist damit nicht möglich. Ausser diesen Mitteln wurde bereits eine Lösung veröffentlicht, bei welcher die Transportbahn mit Luftdüsen versehen ist, durch welche Pressluft auf die Werkstückträger so einwirkt, dass sie gleichsam fortgeblasen werden. Durch die Anwendung solcher über die Transportbahn verteilter Kraftquellen, die voneinander unabhängig wirksam werden können, ist es zwar denkbar, dass an verschiedenen Stellen der Transportbahn unterschiedliche Bewegungsrichtungen und -größen erzeugt werden. Praktisch jedoch ist die Verwendung von Pressluft als Kraftquelle hierfür nicht möglich. Der hauptsächliche Grund ist der hohe Aufwand an Pressluft wegen ihres schlechten Wirkungsgrades. Wesentliche Nachteile ergeben sich auch durch den Einfluss der Luft auf die Umgebung, indem die Verschmutzung gefördert und die Aufrechterhaltung eines gleichbleibenden Klimas unmöglich wird. Ausserdem stellt sie eine beträchtliche Geräuschquelle dar.

109834/1047

- 3 -  
BAD ORIGINAL

Demgegenüber ist bereits bekannt, translatorische Bewegungen mittels elektrischer Kraftquelle zu erzeugen, beispielsweise durch sogenannte Linearmotoren. Diese bestehen aus einem mit Spulenwicklungen versehenen Primärteil und einem kurzgeschlossenen Sekundärteil, von denen eins fest angeordnet ist, während das andere durch vom Primärteil ausgehende Kraftimpulse translatorisch bewegt wird.

Es wurden bereits Fahrzeuge mittels Linearmotor angetrieben. Sie sind zu diesem Zweck mit dem Primärteil versehen, welches sich entlang einer Schiene bewegt, die das stillstehende Sekundärteil bildet. Bei dieser Ausführung ist jedoch das Fahrzeug mit einem stromerzeugenden Aggregat auszurüsten, oder es besteht die Schwierigkeit der Stromzuführung an die bewegten Wicklungen.

Zur Bewegung von Fahrzeugen über kürzere Wegstrecken hingegen findet ein Linearmotor mit umgekehrtem Arbeitsprinzip Anwendung. Es handelt sich um eine Einrichtung zum Beschleunigen und Bremsen von Flugkörpern. Hierbei sind als Primärteil sich symmetrisch gegenüberliegende Spulenwicklungen fest unterhalb eines Rollfeldes angeordnet. Im Luftspalt zwischen diesen Spulen wird im Falle ihrer Erregung das Sekundärteil bewegt. Es ist als flächiger Körper ausgebildet, der mit einem Ende über die Rollbahn herausragt, so dass ein Schleppseil eingehängt werden kann. Die Spulen werden zur Beschleunigung des Sekundär-

teiles an ein Drehstromnetz und zum Bremsen an ein Gleichstromnetz angeschlossen. Hierbei kommt es jedoch lediglich darauf an, das Sekundärteil recht schnell auf grosse Geschwindigkeit zu bringen bzw. über eine angemessene Wegstrecke zu bremsen. Mit dieser Einrichtung können jedoch nicht mehrere Körper nach Zurücklegung einer bestimmten Wegstrecke in vorbestimmte Positionen gebracht werden, wie es für bestimmte Transportprobleme erforderlich ist.

Die Erfindung bezweckt, Werkstückträger in voneinander unabhängig steuerbarer Bewegungsrichtung und -grösse ökonomisch und ohne nachteiligen Einfluss auf die Umgebung über vorbestimmte Wegstrecken genau in vorbestimmte Positionen zu fördern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antrieb für die Bewegung von Werkstückträgern innerhalb einer Fertigungsstrasse auf einer Transportbahn in vorbestimmte Positionen durch entlang des Weges unabhängig voneinander wirksame elektrische Kraftquellen zu schaffen.

Dies wird im wesentlichen dadurch erreicht, dass als Kraftquellen mehrere wechselweise und durch Impulserregung zusammenwirkende Primär- und Sekundärteile an sich bekannter Linearmotoren Anwendung finden. Die Primärteile sind in Abständen sowohl einzeln als auch gruppenweise

auf der Transportbahn verteilt und die Sekundärteile sind am Werkstückträger angeordnet. Die in Gruppen angeordneten Primärteile liegen parallel oder winklig, oder parallel und winklig zueinander. Bestimmte Primärteilgruppen sind durch vom Werkstückträger betätigte Schalter in aufeinander folgendem Wechsel an ein Drehstrom- oder Gleichstromnetz anschliessbar. Jedes der Sekundärteile besteht aus einer Platte mit hoher magnetischer Leitfähigkeit, welche dem Primärteil zugewandt mit einer Platte hoher elektrischer Leitfähigkeit belegt ist, und beide sind länger als jedes der wie sie gerichteten Primärteile. In die Platte mit hoher elektrischer Leitfähigkeit sind quer zu ihr zwei parallele Streifen mit hoher magnetischer Leitfähigkeit eingebettet, von denen jeder breiter ist als die Breite der Nuten der Primärteile und deren gegenseitiger Mittenabstand dem zweier ungleichnamiger Pole der Primärteile entspricht.

In den Zeichnungen ist der Erfindungsgedanke beispielsweise dargestellt. Es zeigen:

- Abb. 1 den Teil einer Transportbahn mit möglichen Anordnungen von Linearmotoren und einem Werkstückträger
- Abb. 2 die Grobpositionierung eines Werkstückträgers in einer vorbestimmten Position durch auf der Bahnfläche angeordnete Schalter, Schnitt nach Linie II-II in Abb. 1

**Abb. 3 die Feinpositionierung.**

Der in Abb. 1 dargestellte Teil besteht wie die gesamte Transportbahn in bekannter Weise aus einzelnen Abschnitten 1 bis 5, von denen letzterer als Kreuzungsabschnitt 5 besonders ausgebildet ist. Jeder dieser Abschnitte 1 bis 5 besitzt Führungsflächen wie 1.1 und Laufflächen wie 1.2 für die zu transportierenden Werkstückträger, z.B. 6, sowie tiefliegende Flächen wie 1.3 zur Befestigung der Primärteile, z.B. 7 bis 15, der verwendeten Linearmotore.

Bei diesen Darstellungen wurde auf konstruktive Notwendigkeiten, die sich aus allgemeinen, nicht den Erfindungsgedanken berührenden Gesichtspunkten ergeben, verzichtet. Die Ausführung von Linearmotoren ist bekannt, weswegen die Primärteile 7 bis 15 in Abb. 1 und 2 nur andeutungsweise dargestellt wurden. In Abb. 3 sind ihre Hauptbestandteile angedeutet, nämlich der Grundkörper 15, dessen zahnartige Teile 15.1 die Magnetpole ausbilden, zwischen denen eine Dreiphasenwicklung 15.2 liegt.

An der Unterseite jedes Werkstückträgers 6 ist mindestens ein Sekundärteil 16 befestigt, welches mit verschiedenen der Primärteile 7 bis 15 als Linearmotor zusammenwirkt, nämlich denen, die von ihm bestrichen werden. Jedes der Sekundärteile 16 besteht mindestens aus einer Platte 16.1 aus Material hoher elektrischer Leitfähigkeit und einer

Platte 16.2 aus Material hoher magnetischer Leitfähigkeit für den magnetischen Rückschluss. Beide sind aus Gründen des Start- und Bremsweges länger als jedes der Primärteile 7 bis 15. Die Darstellung zeigt einige der möglichen Anordnungen von Primärteilen. Diese Anordnungen können den vorliegenden Gegebenheiten angepasst werden. Bedingung ist, dass die Werkstückträger 6 einwandfrei bewegt werden. Da sie zweckmässigerweise einheitlich ausgeführt werden, sind insbesondere die durch sie zu bewegendenden Massen von wesentlichem Einfluss. Hauptsächlich diese bestimmen die Lage des Schwerpunktes vom Werkstückträger 6. Eine evtl. extrem aussermittige Schwerpunktslage kann erfordern, dass zur Minderung der auftretenden Drehmomente in einer Richtung jeweils zwei zur Mitte parallele Primärteile wie 8, 9, 11, 12 und 13, 15 angeordnet werden müssen, während es genügt, dass in der anderen Richtung jeweils ein Primärteil, wie 7, 14 und 10, mittig angeordnet ist. Der Kreuzungsabschnitt 5 jedoch muss beiden Richtungen genügen und ist deshalb sowohl mit zwei parallelen, wie 13, 15, als auch einem mittigen Primärteil 14 zu versehen. Weitere, den jeweiligen Anforderungen besser genügende Anordnungen sind denkbar. Es muss jedoch gewährleistet werden, dass stets ein wirksames der Primärteile 7 bis 15 von einem Sekundärteil 16 überdeckt wird. Für die dargestellte Anordnung der Primärteile 7 bis 15 ist somit eine Gruppe von Sekundärteilen 16 an der Unterseite jedes der Werkstückträger 6



in der Weise vorzusehen, wie sie auf dem Werkstückträger 6 andeutungsweise durch die unterbrochenen Linien umrissen ist.

In Abb. 2 wird gezeigt, wie der Werkstückträger 6 über die Primärteile 13 und 15 auf den Kreuzungsabschnitt 5 gelangt. An der Unterseite des Werkstückträgers 6 ist eins seiner Sekundärteile 16 angedeutet. In die Laufflächen des Kreuzungsabschnittes 5 sind Schalter S<sub>1</sub> bis S<sub>4</sub> eingelassen.

In Abb. 3 ist über einem angedeuteten Primärteil, z.B. 15, ein Sekundärteil 16 abschnittsweise dargestellt. In dessen Platte mit hoher elektrischer Leitfähigkeit 16.1 sind wie bei allen zwei Streifen 16.11 aus Material hoher magnetischer Leitfähigkeit eingebettet. Sie sind beide symmetrisch zur Mitte der Platte 16.1 angeordnet. Jeder dieser Streifen 16.11 ist breiter als die Breite der Nuten zwischen den Teilen 15.1. Der gegenseitige Mittenabstand der Streifen 16.11 entspricht dem zweier ungleichnamiger Pole der Primärteile 7 bis 15.

Für die Bewegung eines Werkstückträgers 6 auf dieser Transportbahn ergibt sich folgende Wirkungsweise:

Im Stillstand befindet sich der Werkstückträger 6 in mittlerer Lage auf dem Abschnitt 4 und seine beiden paralle-

len Sekundärteile 16 liegen somit mittig über den Primärteilen 11 und 12. Aus dieser Position bewegt sich der Werkstückträger 6 heraus, wenn die Dreiphasenwicklungen 15.2 der Primärteile 11 und 12 durch Anschluss an ein Drehstromnetz erregt werden. Dies erfolgt von Steuerungseinrichtungen her, die das Bewegungsprogramm beinhalten. Mit Erregung der Dreiphasenwicklungen 15.2 durch Drehstrom bildet sich über jedem der Primärteile 11 und 12 ein elektromagnetisches Wanderfeld, welches eine der Polteilung der Primärteile 7 bis 15 und der Netzfrequenz entsprechend synchrone Geschwindigkeit besitzt. Dadurch werden in den zugeordneten Sekundärteilen 16 des Werkstückträgers 6 Wirbelströme induziert, die nach bekannten physikalischen Gesetzmässigkeiten die Sekundärteile 16 und somit den Werkstückträger 6 dem Wanderfeld nachziehen. Dabei verhindert der u.a. durch Reibungskräfte, die am Werkstückträger 6 angreifen, bedingte Schlupf, dass die Sekundärteile 16 die Geschwindigkeit des Wanderfeldes annehmen. Zur Gewährleistung eines sicheren Bewegungsablaufes dürfen jedoch die Werkstückträger 6 eine bestimmte Geschwindigkeit nicht überschreiten. Somit werden die Primärteile 7 bis 15 im Falle der Erregung nur mit Impulsen betrieben. Die für eine gewünschte Geschwindigkeit notwendige Impulsdauer hängt ab von den zu transportierenden Massen, der Länge des zurückzulegenden Weges sowie dem über diesen Weg eintretenden Energieverlust. Zur Minde-

rung des letztgenannten Einflusses ist es notwendig, die Lauffläche wie 1.2 für die Werkstückträger 6 und auch die zu ihrer Führung dienenden Flächen wie 1.1 mit reibungsmindernden Elementen, wie Rollen und dergleichen, zu versehen. Am zweckmäßigsten erscheint es, die Werkstückträger 6 auf Luftpolster zu bewegen. Die für die Bewegung notwendige Impulsdauer kann von einem Rechner ermittelt und an Steuerungseinrichtungen weitergegeben werden. Soll also der Werkstückträger 6 mit bestimmter Geschwindigkeit von dem Abschnitt 4 auf den Kreuzungsabschnitt 5 bewegt werden, werden die Primärteile 11 und 12 nur für die errechnete Dauer an das Drehstromnetz angeschlossen. Durch den erhaltenen Kraftimpuls beschleunigt, gelangt der Werkstückträger 6 über die Primärteile 13, 14, 15 des Kreuzungsabschnittes 5. Die Schalter  $S_1$  bis  $S_2$ , die in Abb. 2 dargestellt sind, dienen dazu, ihn über einem Abschnitt, beispielsweise dem Abschnitt 5, zum Stillstand zu bringen. Der ankommende Werkstückträger 6 gelangt erst über die beiden Schalter  $S_1$  und  $S_2$ , was jedoch noch ohne Folgen ist. Erst wenn der Schalter  $S_3$  betätigt wurde, werden die Primärteile 13 und 15 in der Bewegung des Werkstückträgers 6 entgegengesetzter Richtung erregt, wodurch die Sekundärteile 16 eine Gegenstrombremsung erfahren. Die Wirkungs- dauer dieser Gegenkraft kann mit Hilfe eines Rechners so bemessen werden, dass eine Bewegung entgegen der ursprünglichen Bewegungsrichtung ausgeschlossen wird, also eine

hinreichend grosse Geschwindigkeitsrestkomponente erhalten bleibt. Erreicht der Werkstückträger 6 nunmehr den Schalter  $S_4$ , wird dadurch die gleichzeitige Betätigung der Schalter  $S_1$  und  $S_4$  die Mehrphasenwicklung der Primärteile 11, 12 an eine Gleichspannung geschaltet. Durch das so erzeugte stehende Magnetfeld wird auf den Werkstückträger 6 eine richtkraftlose Bremswirkung ausgeübt. Führt dieser Bremsprozess nicht zum Stillstand des Werkstückträgers 6, so werden nach Freigabe des Schalters  $S_1$  die Primärteile 11, 12 wiederum und zwar so an ein Drehstromnetz angeschlossen, dass sich ein Wanderfeld mit einem der Bewegung des Werkstückträgers 6 entgegengerichteten Verlauf bildet. Diese Gegenstrombremsung hält solange an, bis der Werkstückträger 6 wiederum beide Schalter  $S_1$  und  $S_4$  betätigt, was wiederum die Gleichstrombremsung auslöst. Durch diese Beeinflussung mit Kraftimpulsen wechselnder Richtung erfolgt eine Hin- und Herbewegung des Werkstückträgers 6 und schliesslich seine grobe Lagefesselung innerhalb der Grenzen, die durch die Signalschalter  $S_1$  und  $S_4$  festgelegt sind. Das durch Gleichstrom erzeugte stehende Magnetfeld entzieht dabei dem Werkstückträger 6 Energie, bis schliesslich seine Stillsetzung erreicht ist. Es ist natürlich möglich, weitere Schalter in anderen Richtungen an anderen Stellen der Transportbahn vorzusehen. Eine genau mittige Lage wird hiermit allerdings nicht gewährleistet. Diesem Zweck dienen die Streifen 16.11. Mit ihrer

Hilfe wird die genau mittige Lage des Werkstückträgers 6 auf dem Abschnitt 5 bewirkt, die mit der vorher geschilderten Schaltung vorbereitet wurde. Die gewählte Breite und die Anordnung dieser Streifen 16.11 bedingen, dass sie durch den vorbereiteten Stillstand über jeweils zwei ungleichnamige Pole der Primärteile, wie in Abb. 3 für 15 dargestellt, gelangen. Diese Pole bilden sich bei Erregung der Dreiphasenwicklung 15.2 mit Gleichstrom aus. Das dabei entstehende Magnetfeld hat das Bestreben, eine minimale Länge der Feldlinien zu bilden, so dass diese nicht über die Platte 16.1, sondern über das Material mit geringerem magnetischen Widerstand der Streifen 16.11 in die Platte 16.2 eingehen, wodurch sich ein geschlossener magnetischer Kreis bildet. Dieser Feldlinienverlauf verursacht Kräfte, die die Streifen 16.11, wie dargestellt, in eine magnetische Vorzugslage zwingen. Eine darauf abgestimmte sinnvolle Anordnung der Streifen 16.11 im Sekundärteil 16 und damit am Werkstückträger 6 führen damit die endgültige Mittenlage xoxo desselben herbei.

109834/1047

BAD ORIGINAL

19. Nov. 1970 2102234

P 2096 Et/Bt

Patentansprüche

13

1. Antrieb für die Bewegung von Werkstückträgern innerhalb einer Fertigungsstrasse auf einer Transportbahn in vorbestimmte Positionen durch entlang des Weges unabhängig voneinander wirksame elektrische Kraftquellen, dadurch gekennzeichnet, dass als Kraftquellen mehrere wechselweise und durch Impulserregung zusammenwirkende Primär- (7-15) und Sekundärteile (16) an sich bekannter Linearmotoren Anwendung finden.
2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärteile (7-15) in Abständen sowohl einzeln (7,10) als auch gruppenweise (8,9; 11,12; 13,14,15) auf der Transportbahn (1-5) verteilt und die Sekundärteile (16) am Werkstückträger (6) angeordnet sind.
3. Antrieb nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die in Gruppen angeordneten Primärteile (8,9; 11,12; 13,14,15) parallel (8,9; 11,12) oder winklig oder parallel und winklig (13,14,15) zueinander liegen.
4. Antrieb nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bestimmte Primärteile oder Primärteilgruppen (z.B. 13,15) durch vom Werkstückträger (6) betätigte

- 7 -  
14

Schalter ( $S_1 - S_4$ ) in aufeinander folgendem Wechsel an ein Drehstrom- oder Gleichstromnetz anschliessbar sind.

5. Antrieb nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Sekundärteile (16) aus einer Platte (16.2) mit hoher magnetischer Leitfähigkeit besteht, welche dem Primärteil (7-15) zugewandt mit einer Platte (16.1) hoher elektrischer Leitfähigkeit belegt ist, und beide sind länger als jedes der wie sie gerichteten Primärteile (7-15).
6. Antrieb nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass quer in die Platte (16.1) mit hoher elektrischer Leitfähigkeit zwei parallele Streifen (16.11) mit hoher magnetischer Leitfähigkeit eingebettet sind, von denen jeder breiter ist als die Breite der Nuten der Primärteile (7-15), und deren gegenseitiger Mittenabstand dem zweier ungleichnamiger Pole der Primärteile (7-15) entspricht.

**15**  
**Leerseite**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



2102234

X

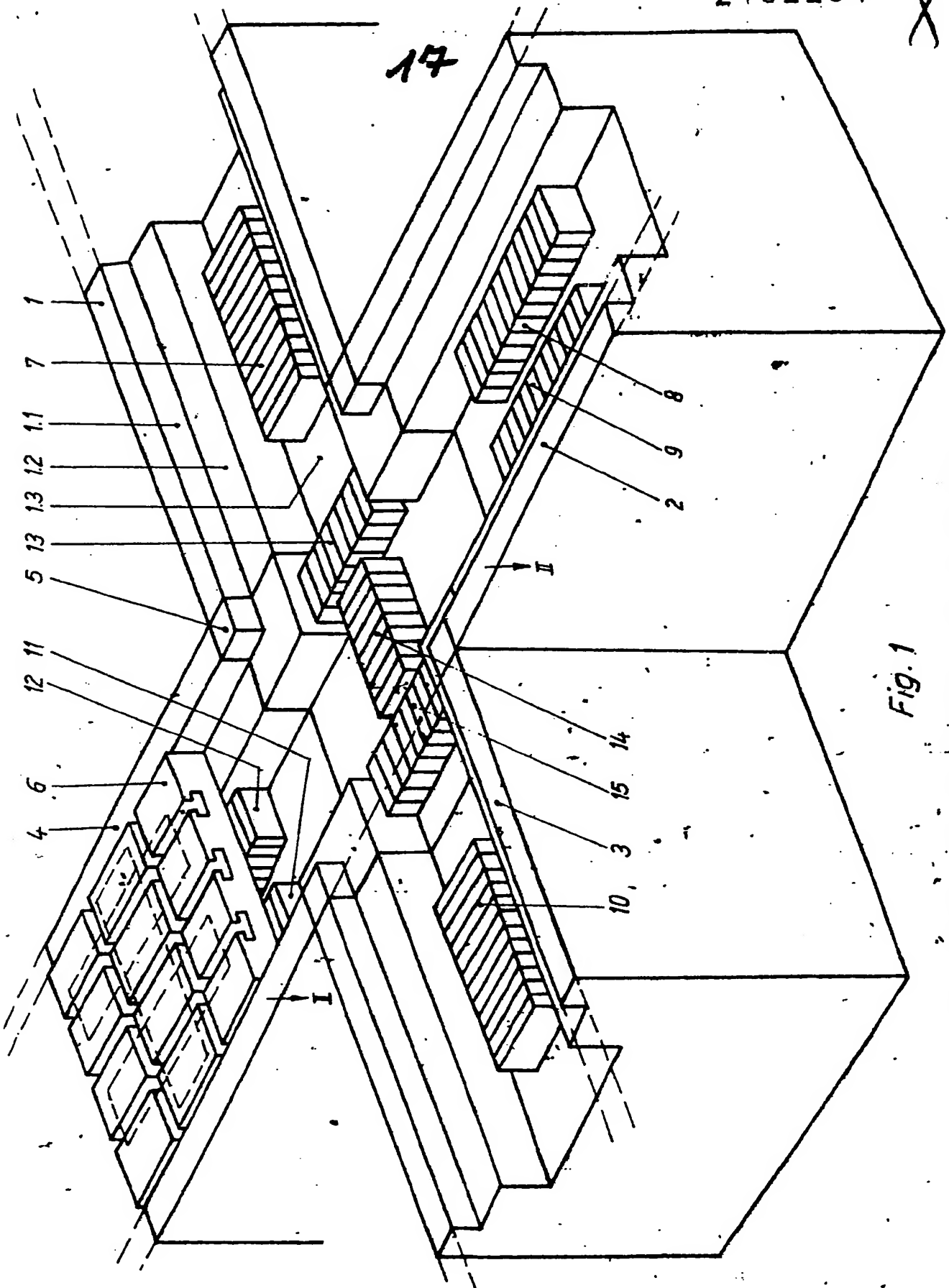


Fig. 1

81 è 83-02 AT: 19.01.1971 OT: 19.08.1971

